

University of Groningen

Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne TYPI2 in De Centrale As (gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Fryslân)

Talebi Seyyedsaran, T.; Maurer, A.; Raemaekers, D. C. M. ; Cappers, R. T. J.

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2018

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Talebi Seyyedsaran, T., Maurer, A., Raemaekers, D. C. M., & Cappers, R. T. J. (2018). *Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne TYPI2 in De Centrale As (gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Fryslân)*. (47 redactie) (Grondsporen; Nr. 47). Groninger Instituut voor Archeologie, Rijksuniversiteit Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Grondsporen 47

Palynologisch onderzoek aan de pingo-ruïne TYPI2 in De Centrale As – gemeente Tytsjerksteradiel; provincie Fryslân)

T. Talebi Seyyedsaran
A. Maurer
D.C.M. Raemaekers
R.T.J. Cappers

Versie 19-6-2019

Foto's en tekeningen: Groninger Instituut voor Archeologie (GIA), tenzij anders aangegeven.
© Grondsporen @, 2018. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd of verspreid zonder schriftelijke toestemming van de uitgevers.



Autorisatie: Prof.dr. D.C.M. Raemaekers

ISSN: 1875-4996
Groninger Instituut voor Archeologie
Poststraat 6, 9712 ER Groningen, Nederland
Telefoonnummer: (+31 50) 363 6712, E-mail: GIA@rug.nl

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Onderzoeksgeschiedenis	5
3. Materiaal en methoden	8
4. Resultaten en discussie	9
5. Conclusies	17
6. Literatuur	18

1. Inleiding

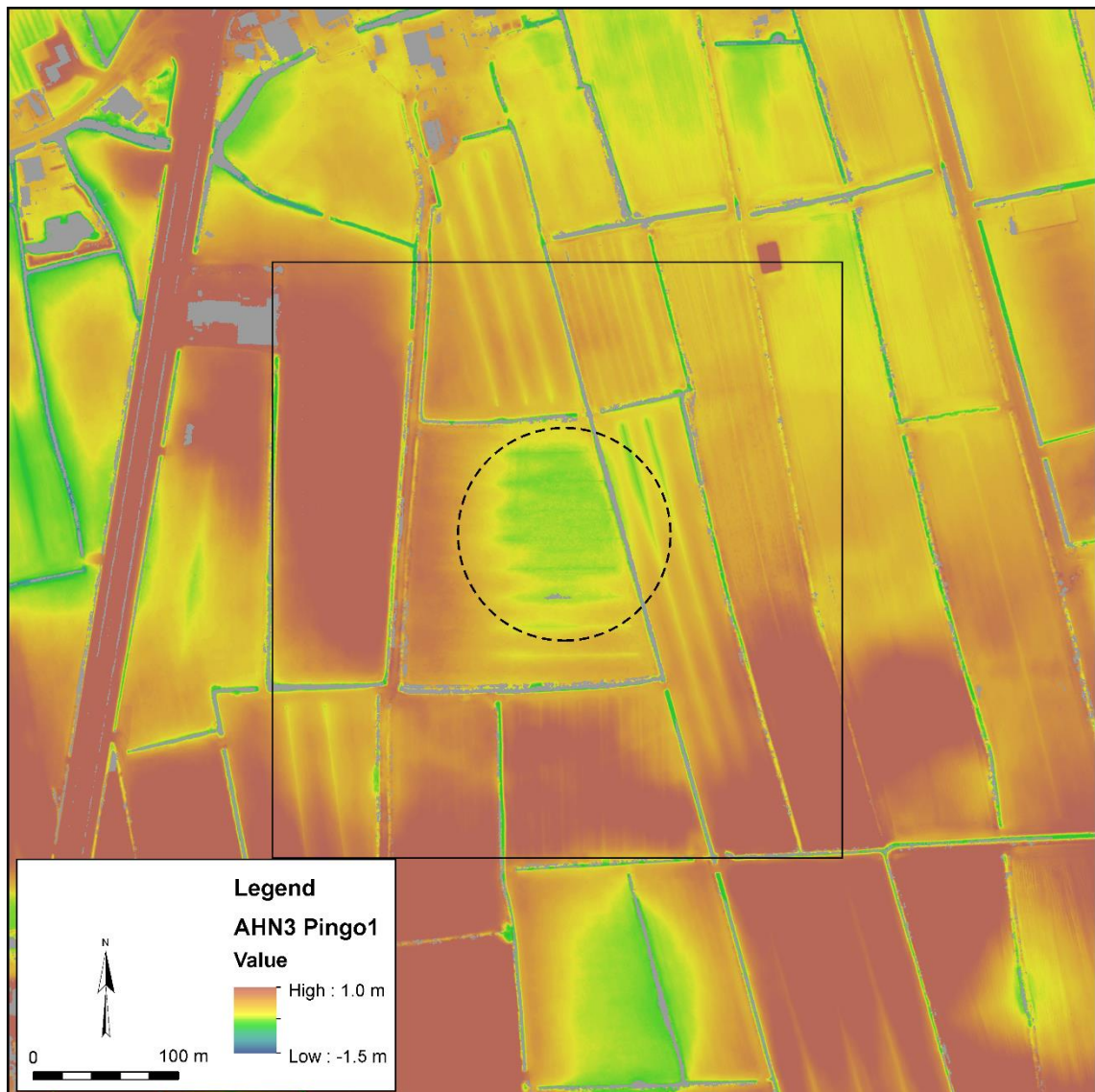
In opdracht van de provincie Fryslân heeft het Groninger Instituut voor Archeologie van de Rijksuniversiteit Groningen een palynologisch onderzoek uitgevoerd van een boorkern afkomstig uit de pingo-ruïne TYPI2 ten zuiden van Veenwouden in de gemeente Tytsjerksteradiel (provincie Fryslân). In dit rapport worden de resultaten van dit onderzoek besproken.

In de laatste ijstijd was de bodem in Noord-Nederland bevroren en ontstonden er honderden ijslenzen in de ondergrond. Door het aangroeien van ijs konden deze ijslenzen tot heuvels (pingo's) ontwikkelen. Na de ijstijd ontstonden zo relatief kleine en diepe meertjes (pingo-ruïnes), soms met een ringwal van sediment dat van de ijsheuvels was afgeschoven. In de meertjes kwam vegetatie tot ontwikkeling en langzaam groeiden de meertjes dicht. Tijdens deze sedimentatie kwam ook steeds stuifmeel (pollen) van de omliggende vegetatie in sedimentlagen terecht. Daarmee vormen de pingo-ruïnes een botanisch archief waarin vegetatieontwikkeling en menselijk ingrijpen in de vegetatie zijn vastgelegd. Door middel van stuifmeelonderzoek (palynologie) kan dit archief ontsloten worden.

In dit rapport wordt ingegaan op de vegetatieontwikkeling en menselijk ingrijpen in de vegetatie rondom de pingo-ruïne. De aandacht gaat hierbij uit naar de periode waarin de eerste boeren ingrepen in de natuurlijke bosvegetatie en vervolgens de periode waarin dit landschap vernatte als gevolg van de relatieve zeespiegelstijging.

Locatie	De Centrale As, gemeente Tytsjerksteradiel, provincie Fryslân
Coördinaten	195.175 / 582.488
Projectcode	TYPI2 (pingo 1)

Tabel 1. Administratieve gegevens



Figuur 1. De ligging van de pingo-ruïne in relatie tot de hoogteligging van het oppervlak (Actueel Hoogtebestand Nederland 3). De ligging van figuur 2 is aangegeven met een kader (tekening S. Tiebackx, RUG/GIA).

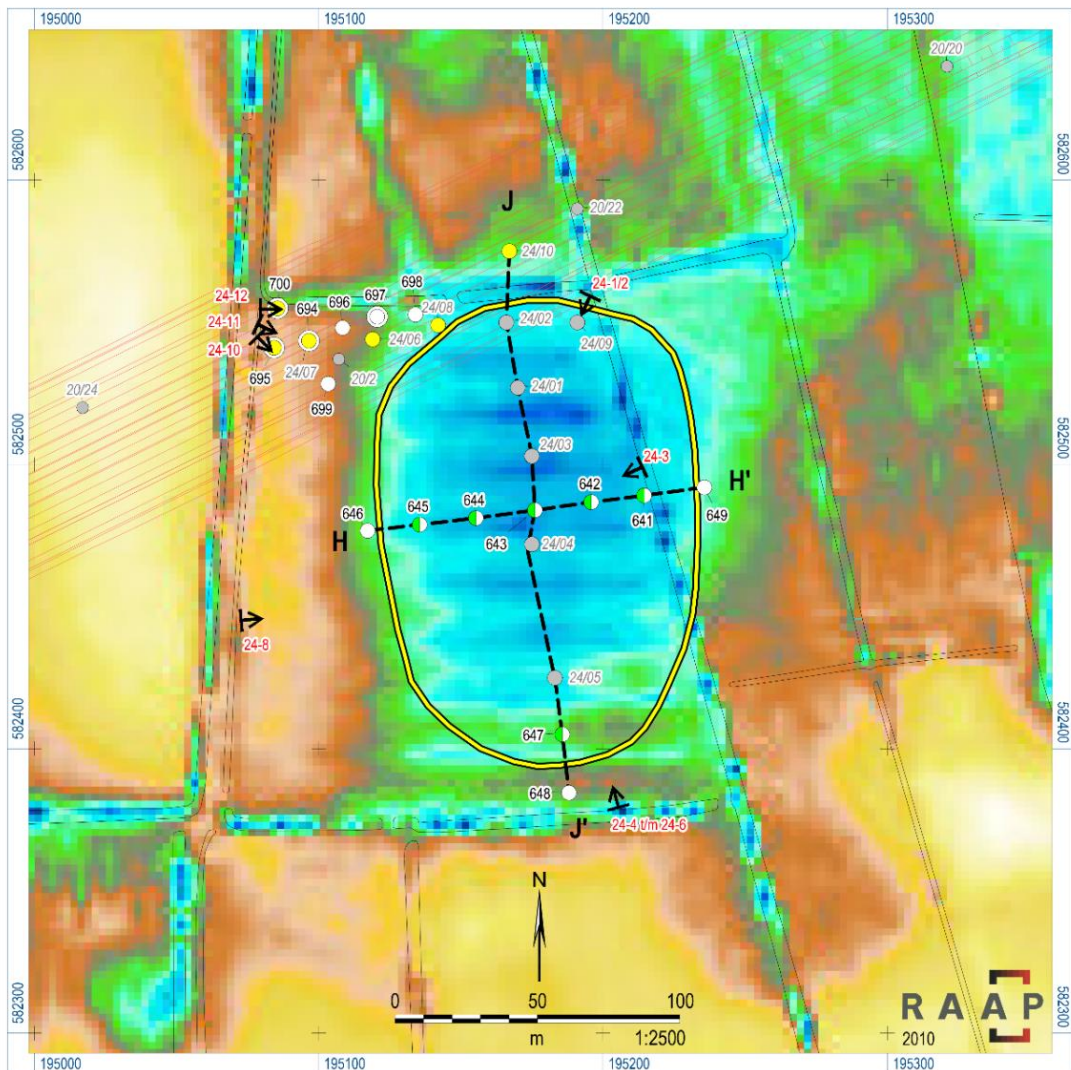
2. Onderzoeksgeschiedenis

Bemonstering

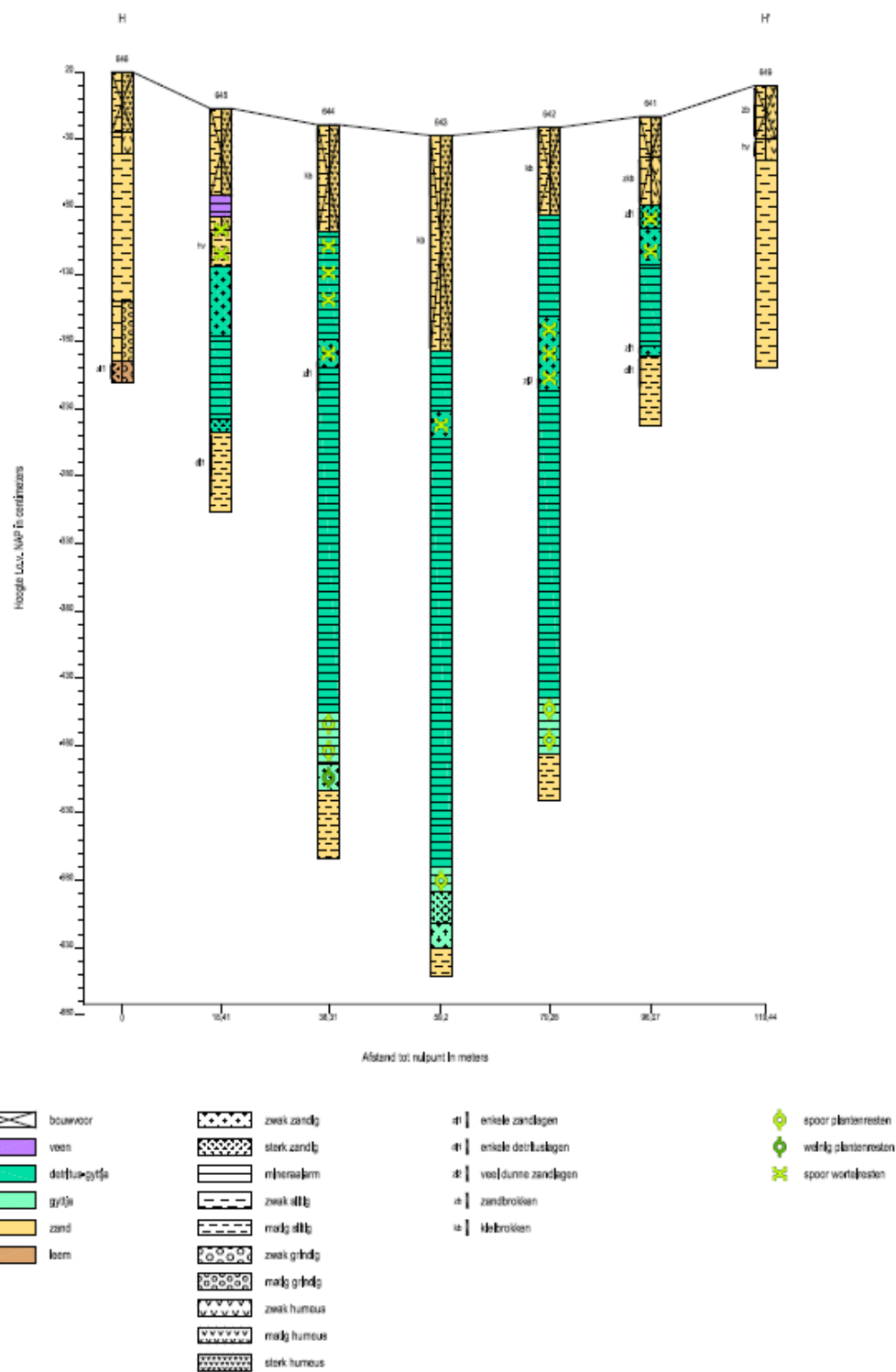
In de omgeving van Burgum bevinden zich een aantal pingo-ruïnes. De pingo-ruïne TYPI2 bevindt zich tussen Burgum en de noordelijk daarvan gelegen Veenwouden. De pingo-ruïne heeft een ovale vorm. De grootste diameter van de ringwal is ongeveer 160 m en de kleinste diameter ongeveer 110 m. De grootste diepte bedraagt ongeveer 6 m.

De locatie TYPI2 is pas als een mogelijke pingo-ruïne herkend tijdens verkennend veldonderzoek en de constructie van een archeologische kaart. Het verkennend veldonderzoek is uitgevoerd in 2007 in het kader van het herstructureringsplan De Centrale As. Met aanvullend booronderzoek in 2009 kon worden bevestigd dat deze depressie een pingo-ruïne betreft. Een eerste analyse van de boorkern toonde aan dat subfossiele plantenresten goed bewaard zijn gebleven. Op basis daarvan is deze locatie aangemerkt voor aanvullend paleo-ecologisch onderzoek (Aalbersberg, 2010).

Op 22 en 29 november 2016 is een boring gezet in het midden van de pingoruïne (figuur 2). Deze boring (no. 643) betreft drie boorkernen die elkaar deels overlappen. De bovenste boorkern is bemonsterd met een Dachnovski boor (diameter: 5 cm), de middelste boorkern met een gutsboor (diameter 6 cm), en de onderste boorkern met een gutsboor (diameter 3 cm). Het onderste sediment was door het aanwezige zand te hard om met een grotere diameter te boren. Het complete sediment is tot op een diepte 6 m geboord verdeeld over 22 boorkernen. De afzonderlijke boorkernen zijn overgebracht in halve PVC-buizen, omwikkeld met plastic en bewaard in een koele ruimte.



Figuur 2. Hoogtekaart met de pingo-ruïne TYPI2. Binnen de ringwal zijn twee raaien van boringen aangegeven die gebruikt zijn voor het waarderend onderzoek (zie ook figuur 3). De locatie van de boorkern voor het onderzoek waarover hier verslag wordt gedaan, is no. 643 in het midden van de pingo-ruïne (Aalbersberg 2010: fig. 15).



Figuur 3. Doorsnede van de pingoruïne van de boorraai H-H' (Aalbersberg 2010: figuur 16).

3. Materiaal en methode

Absolute dateringen

In 2015 zijn twee monsters genomen voor ^{14}C -datering: één monster uit het bovenste deel (0,75-0,78 m) van de boring en één monster uit de basis (4,70-4,75 m). In 2017 is op basis van de eerste resultaten van het pollenonderzoek een aanvullende datering uitgevoerd op een monster op een diepte van 173-174 cm. Het betreft hier een stuk houtskool dat vanwege de geringe grootte niet op soort gedetermineerd kon worden. De ^{14}C -dateringen zijn uitgevoerd door het *Center for Isotope Research* (CIO) van de Rijksuniversiteit Groningen.

Palynologisch onderzoek

Op basis van de ^{14}C -dateringen is voor de eerste fase van het pollenonderzoek bemonsterd op een diepte van 100-201 cm. De verwachting is dat dit deel van de boorkern de overgang van jagen/verzamelen naar vroege landbouw vertegenwoordigt.

Op deze diepte zijn 11 monsters van 1 cm³ genomen met een interval van 10 cm. De onderzochte sedimenten zijn afkomstig van vier verschillende boorkernen: M14 (190-180 cm), M3 (170-150 cm), M12 (140-120 cm) en M2 (110-100 cm).

De concentratie van de organische fractie is uitgevoerd door het *Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie* (Marseille, France). De lithologie van het bemonsterde deel van de boring is beschreven en de kleur is gebaseerd op de Mussell kleurkaart (1975).

Voor het bepalen van de pollenconcentratie is een exotische marker (Wolfsklauw sporen; *Lycopodium*) toegevoegd volgens de procedure van Stockmarr (1972) en (Faegri and Iversen (1989)). De concentratie-waarden zijn in het pollendiagram gedeeld door 10.000.

Het pollenonderzoek is uitgevoerd op het GIA met een Zeiss Axioskop microscoop met een standaardvergroting van 10 x 40. Indien nodig is bij een grotere vergroting gedetermineerd. Voor de determinatie is gebruik gemaakt van de vergelijkingscollectie van pollen van het GIA, de Northwest European Pollen Flora (Punt et al., 1976-2003) en de standaardwerken van Moore et al. (1991) en Beug (2004).

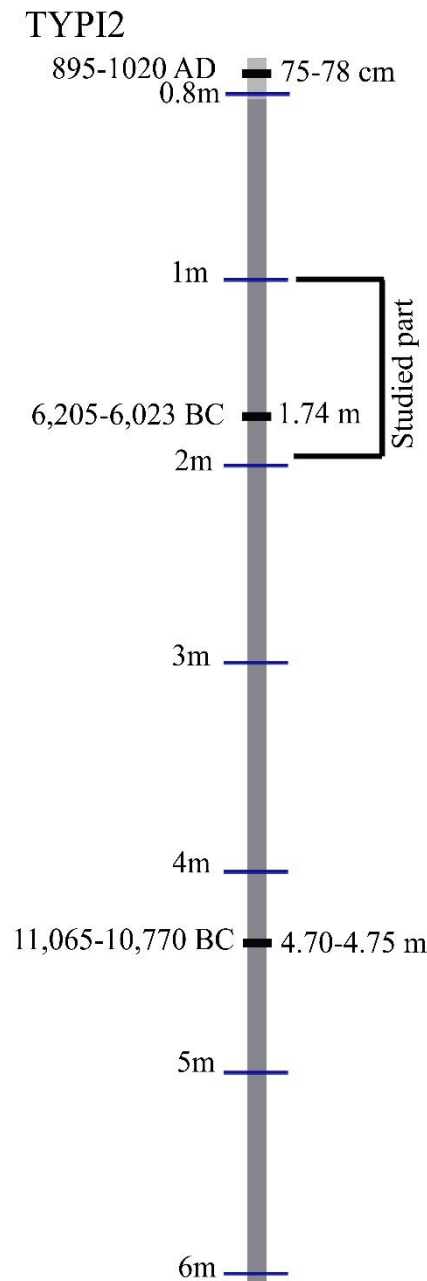
In aanvulling op pollen is ook de aanwezigheid van houtskoolfragmenten gekwantificeerd. Daarbij zijn de houtskoolfragmenten in drie grootteklassen onderscheiden: (1) > 100 µm; (2) 100-50 µm; (3) < 50 µm.

Het pollendiagram is gemaakt met TILIA 1.7.16 software (Grimm, 2011). De water- en moerasplanten zijn buiten de pollensom gehouden. Pollen van wilde grassen (Poaceae) en vertegenwoordigers van de Heidefamilie (Ericaceae) zijn wel in de pollensom opgenomen, hoewel wordt aangenomen dat vertegenwoordigers van beide plantenfamilies deel hebben uitgemaakt van zowel de lokale als regionale vegetatie.

4. Resultaten en discussie

Chronologie en lithologie

In de hiernavolgende beschrijving worden de afzonderlijke en deels overlappende boorkernen benoemd met ‘TYPI2 boring’ (figuur 4).



Figuur 3: De boorkern TYPI2 met daarin weergegeven de uitkomsten van de drie ^{14}C -dateringen en het traject dat het pollenonderzoek bemonsterd is.

De beschikbare ^{14}C -dateringen en de lithologie geven aan dat het sediment in pingoruïne TYPI2 zowel de laatste fase van het Pleistoceen vertegenwoordigt (Late Dryas-fase) als een groot deel van het Holoceen (figuur 3; tabel 1). Het onderste deel

van het sediment van het bemonsterde deel van de pollenboring bestaat uit zwarte gyttja. Op een diepte van 180-191 cm is de gyttja vermengd met zand. Op een diepte van 151-160 cm gaat het gyttja over in veen en op een diepte van 100-101 cm wordt het veen afgedekt met zand. Zowel in de gyttja als in het veen zijn grote plantenresten aanwezig (tabel 2). Dit type sediment staat daarmee garant voor een goede conservering van het organisch materiaal inclusief het pollenarchief. De wetenschappelijke waarde van deze pingoruïne wordt daarmee als 'heel waardevol' ingeschaald.

Diepte (m)	Gedateerd materiaal	GrA no.	BP	Cal. BC	Geologische periode	Archeologische periode
0,75-0,78	Planten-materiaal	420867	1080±30	895-1020 AD	Vroeg Subatlanticum	Vroege Middeleeuwen
1,73-1,74	houtskool	12580	7225	6205-6023 BC	Vroeg Atlanticum	Laat Mesolithicum
4,70-4,75	Planten-materiaal	420868	10970±70	11065-10770 BC	Allerod/Late Dryas	Laat Paleolithicum

Tabel 1: ¹⁴C-dateringen en de koppeling aan geologische en archeologische periodisering.

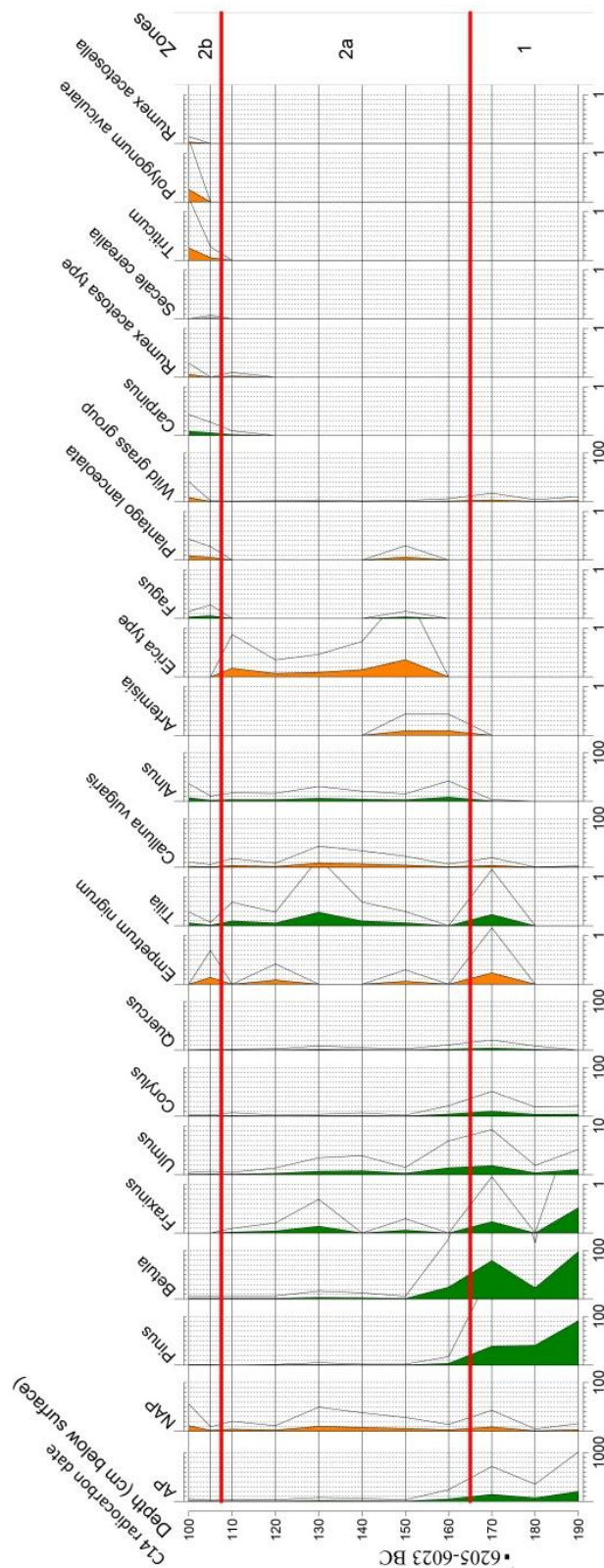
Diepte (cm)	Beschrijving
100-101	Donker grijs zand
110-111	Zwart sterk gecomponeerd veen met herkenbare plantenresten
120-121	Donkerbruin veen met vezelachtige structuur
130-141	Zwarte gyttja met herkenbare plantenresten
150-151	Donkerbruin veen met vezelachtige structuur
160-161	Zwarte gyttja met herkenbare plantenresten (stam en tak)
170-171	Zwarte gyttja
180-191	Zwarte gyttja met zand
200-201	Zwarte gyttja

Tabel 2: Lithologie van het bemonsterde deel van de boring.

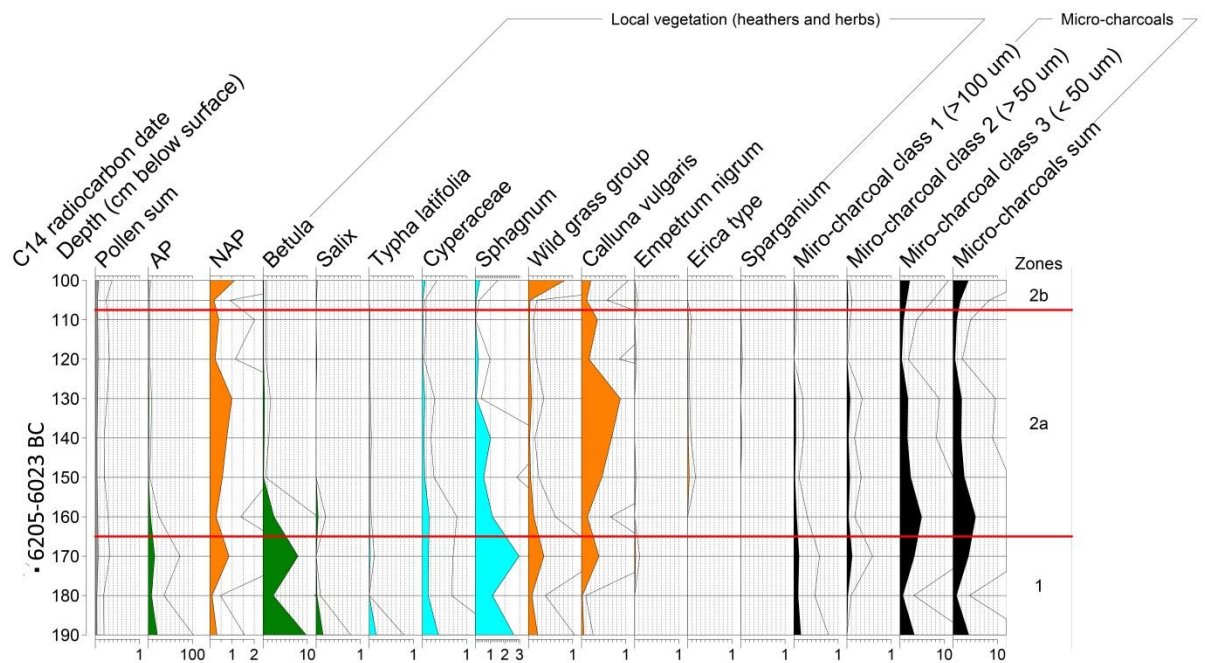
Pollenonderzoek

Het onderste sediment (200-201 cm) bleek erg weinig pollen te bevatten en is daarmee niet als spectrum meegenomen voor de vegetatiereconstructie. De concentratie en conservering van de pollen in het overige deel van de bemonsterde boring zijn goed, hetgeen te danken is aan het type sediment (gyttja en donker veen) en de continu hoge grondwaterspiegel.

Het gemiddelde aantal pollen van landplanten voor de overige spectra bedraagt 531 (en varieert van 378-761). Het pollendiagram voor TYPI2 is samengesteld op basis van de analyse van 11 spectra en is afzonderlijk weergegeven voor de regionale planten (figuur 4) en lokale planten (figuur 5). Er zijn twee pollenzones onderscheiden, waarbij in de tweede zone een subzoning is onderscheiden op basis van antropogene pollenindicatoren die gerelateerd zijn aan landbouw.



Figuur 4: De zonering op basis van de regionaal aanwezige taxa, weergegeven in een vereenvoudigd pollendiagram voor een diepte van 100-190 cm. Alle concentratiewaarden zijn in het pollendiagram gedeeld door 10.000. Curven die (deels) lage percentages vertegenwoordigen, zijn met een extra open curve weergegeven (x 5) (groen: bomen [arboreal pollen = AP]; oranje: kruiden [non-arboreal pollen = NAP]).



Figuur 5: De zonering op basis van de lokaal aanwezige taxa, weergegeven in een vereenvoudigd pollendiagram voor een diepte van 100-190 cm. Ter ondersteuning van de zonering is ook de curve voor de boompollen (AP) weergegeven en curven van kruiden die zowel regionaal als lokaal aanwezig kunnen zijn geweest (NAP). Alle concentratie-waarden zijn in het pollendiagram gedeeld door 100.000. Curven die (deels) lage percentages vertegenwoordigen, zijn met een extra open curve weergegeven ($\times 5$) (groen: bomen [arboreal pollen = AP]; oranje: kruiden niet indicatief voor oppervlaktewater en oevervegetatie [non-arboreal pollen = NAP]; blauw: moerasplanten en waterplanten; zwart: houtskool).

De Wilg (*Salix*) wordt hier tot de lokale vegetatie gerekend. De Berk (*Betula*) heeft zowel deel uitgemaakt van de regionale vegetatie als van de lokale vegetatie. Eenzelfde aanwezigheid in regionale en lokale vegetatie wordt ook aangenomen voor de Heidefamilie (*Ericaceae*). Van de Heidefamilie zijn diverse vertegenwoordigers aangetroffen: Dopheide-groep (*Erica*-type), Struikheide (*Calluna vulgaris*) en Kraaiheide (*Empetrum nigrum*). Dergelijke planten zijn gebonden aan vrije droge tot vochtige bodems en zullen dan ook deel hebben uitgemaakt van de regionale vegetatie. Veldwaarnemingen aan recente pingo-ruïnes, het voorkomen van relatief hoge waarden in sommige spectra en de aanwezigheid van macroresten, zoals verbrande bladeren van Dopheide (figuur 6), maken het aannemelijk dat vertegenwoordigers van de Heidefamilie ook vrij dicht bij de pingo-ruïne hebben gebroeid. Daarmee zijn ze zowel opgenomen in het pollendiagram voor de regionale planten (figuur 4) als voor het pollendiagram van de lokale planten (figuur 5).



Figuur 6: Verbrande bladeren van Dopheide (*Erica tetralix*) afkomstig van een veensediment op een diepte van 110 cm in de TYPI2 boring.

Pollenzone 1

Op basis van de dateringen wordt deze zone toegeschreven aan het Laat Boreaal. De relatief hoge waarden van de boompollen (AP-curve) geven aan dat in de omgeving waarschijnlijk een bos aanwezig was. Hoge waarden van Den (*Pinus*), Berk (*Betula*), Es (*Fraxinus*) en Iep (*Ulmus*) laten zien dat we met een gemengd bos te maken hebben waarvan de bomen zijn aangepast aan lagere temperaturen (Ellenberg, 1992). De hoge pollenwaarden voor de Wilg (*Salix*) zijn te verklaren door aan te nemen dat deze boom, die indicatief is voor natte bodems, lokaal gegroeid heeft. De Berk omvat soorten met een breder ecologische range en de relatief hoge pollenwaarden kunnen verklaard worden door zowel regionale als lokale groei in aanmerking te nemen.

De kruidachtige vegetatie wordt in deze pollenzone gedomineerd door grassen (Poaceae), Kraaiheide (*Empetrum nigrum*) en Struikheide (*Calluna vulgaris*). Dergelijke planten zullen gegroeid hebben in open zones in het bos en op de wat drogere open plakken in de buurt van de pingo-ruïne. Hoge pollenwaarden van planten die aan een hoge waterstand gebonden zijn, zoals van Grote lisdodde (*Typha latifolia*), Egelskop (*Sparganium*) en Veenmos (*Sphagnum*), indiceren een goed ontwikkelde moerasvegetatie rond de pingo-ruïne.

Al vanaf de eerste vegetatiezone zijn houtskoolfragmenten goed vertegenwoordigd en dergelijke fragmenten wijzen op bosbranden. Relatief hoge aantallen van grote houtskoolfragmenten (> 100 µm) zijn daarbij een aanwijzing voor bosbranden in de nabijheid van de pingo-ruïne. Onderzoek heeft aangetoond dat er een duidelijk verband is tussen grootte en concentratie van houtskoolfragmenten en de afstand tussen brandhaard en depositie, en dus ook locatie van bemonsteren (Patterson, et al., 1987, Woelders et al., 2016). Branden kunnen een natuurlijke oorzaak hebben maar kunnen ook door de mens zijn veroorzaakt om zo open plekken in de bossen te creëren en deels ook om zo de vegetatie te verjongen. Dergelijk bosbeheer door afbranden van vegetatie zou kenmerkend geweest zijn voor mesolithische jagers-verzamelaars (Out, 2009).



Figuur 7: Vegetatiebeeld pollenzone 1. Oerbos vooral bestaande uit Berk en Den. Gedurende deze zone neemt het belang van Els toe. In en bij de pingo-ruïne groeien Grote Lisdodde, Egelskop en Veenmos.

Pollenzone 2a

Deze pollenzone vertegenwoordigt het Vroeg Atlanticum en de overgang naar deze pollenzone is zichtbaar op een diepte van 160 cm. In veel pollendiagrammen uit Noordwest-Europa waarin de overgang van Laat Boreaal naar het Vroeg Atlanticum aanwezig is, is sprake van een duidelijke toename van de Els (*Alnus*) (Woldring et al., 2012; van Zeist, 1955). Met uitzondering van de Els (*Alnus*) vertonen alle curven van de boombollen een duidelijke daling.

De overgang van het Laat Boreaal naar het Vroeg Atlanticum wordt in Nederland gekenmerkt door de overgang van een door de Den gedomineerd bos naar een meer gemengd loofbos (van Zeist, 1955). In het pollendiagram van TYPI2 is in deze pollenzone een duidelijke toename te zien van zowel Iep, Linde (*Tilia*), Hazelaar (*Corylus*) als Eik (*Quercus*).

Ook in het pollendiagram van TYPI2 is deze toename van de Els duidelijk zichtbaar. Waarschijnlijk heeft de Els daarbij de Berk geleidelijk verdrongen: beide bomen hebben een deels vergelijkbaar ecologische karakteristiek. Andere bomen die het Atlantisch bos gaan domineren, zijn Iep, Eik en Hazelaar.

De curve van de Iep vertoont een daling vanaf 160 cm. Deze daling staat bekend als de Iepen-afname (*‘Elm decline’*) en is in veel pollendiagrammen herkenbaar tijdens het vroeg-Neolithicum (bv.: Garbett, 1981; Skog and Regnéll, 1995; Parker et al., 2002; Clark and Edwards, 2004; Batchelor et al., 2014). In Ierland en Engeland is de Iepen-afname op basis van 150 ¹⁴C-dateringen van 139 locaties gedateerd in de periode 4374-3281 BC (Skog and Regnéll, 1995). Op basis van 9 ¹⁴C-dateringen van een veenafzetting in Zuid-Zweden wordt deze Iepen-afname hier gedateerd op c. 3770 BC (Parker et al., 2002).

Een gezamenlijke toename van Es, Eik, Linde en Els op een diepte van 130 cm kan worden geïnterpreteerd als een kortdurende uitbreiding van het gemengd bos.

De toename van de curve van kruidachtige planten (NAP) is in eerste instantie het gevolg van een uitbreiding van de open vegetatie in de buurt van de pingo-ruïne. Het gaat vooral om een toename van de Struikheide, Kraaiheide en Dopheide-groep. De toename van Bijvoet (*Artemisia*) en de afname van grassen kan een aanwijzing zijn voor de aanwezigheid van jagers-verzamelaars en mogelijk een toename van begrazingsdruk: meer dieren die de boomvegetatie in toom houden (Bottema et al., 2003/2004). Hoewel de Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) karakteristiek is voor begraasd grasland en zelfs van akkers, en in algemene zin ook als tredplant te boek staat, kan deze soort in lage pollen-aantallen ook als een onderdeel van de natuurlijke vegetatie gezien worden waarin de invloed van de mens niet traceerbaar is. Het is ook mogelijk dat de kleine aantallen van het pollen van Smalle weegbree het resultaat is van contaminatie: op dezelfde diepte is pollen van de Beuk (*Fagus*) aangetroffen en deze soort komt pas in het Subboreaal (laat Neolithicum – Bronstijd) in Nederland voor. Een andere mogelijke verklaring waarmee alsnog rekening moet worden gehouden, is het aanwezig zijn van een hiaat in het sediment.

Vochtminnende kruiden zijn in vergelijking tot pollenzone 1 minder sterk vertegenwoordigd. Alleen Egelskop vertoont een toename in de laatste fase van deze pollenzone. Deze soort wordt door Ellenberg (1992) getypeerd als een schaduwplant en de toename kan verklaard worden uit een uitbreiding van lokaal bos in de nabijheid van de pingo-ruïne.

De depositie van houtskoolfragmenten vertoont de hoogte waarden in de eerste fase van pollenzone 2a. De aanwezigheid van relatief grote fragmenten (klasse 1 en 2) maken het aannemelijk dat bosbranden toen deels hebben gewoed in de nabijheid van de pingo-ruïne. De depositie van houtskoolfragmenten neemt af op een diepte van 160 cm. De depositie van houtskoolfragmenten heeft de laagste waarde op een diepte van 120 cm. Dat depositie van houtskoolfragmenten plaatsvindt gedurende de gehele periode van deze pollenzone kan verklaard worden door aan te nemen dat er veelvuldig sprake was van natuurlijke bosbranden. Daarnaast zullen ook jagers-verzamelaars bosbranden kunnen hebben veroorzaakt.



Figuur 8: Vegetatiebeeld pollenzone 2A. Gemengd bos met open plekken. In en bij de pingo-ruïne groeien veenmos, varens, grassoorten en heidesoorten.

Pollenzone 2b

Deze pollenzone is gekarakteriseerd door lage pollenwaarden voor bomen (AP) en daarmee hoge pollenwaarden voor kruiden (NAP). Bomen die nog steeds deel uitmaken van de vegetatie betreffen Iep (*Ulmus*), Els (*Alnus*) en Haagbeuk (*Carpinus*). Grassen (Poaceae) en Struikheide (*Calluna vulgaris*) zijn de meest dominante taxa van de kruiden.

Op een diepte van 110 cm zijn de eerste aanwijzingen voor landbouw aanwezig. Het gaat hierbij om pollen van Tarwe (*Triticum*) en een toename van secundaire antropogene pollenindicatoren. Bij deze laatste groep gaat het om wilde planten die aangepast zijn aan de verstoringen zoals grondbewerking en toenemende betreding die veroorzaakt worden door de vroege boeren. De concurrentie van wilde planten die aangepast zijn aan dergelijke 'stressfactoren' neemt toe en leidt tot een uitbreiding in de vegetatie. Opvallende vertegenwoordigers van deze secundaire antropogene pollenindicatoren zijn Varkensgras (*Polygonum aviculare*), Smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en Zuring soorten (*Rumex acetosa*-type en *Rumex acetosella*). Gezien de prominente aanwezigheid van Beuk (*Fagus*) en Haagbeuk (*Carpinus*) op een diepte van 110 cm lijkt het erop dat de landbouw zich in deze regio niet aanwezig was voor 2000 BC.

De waterminnende planten zijn in deze subzone vertegenwoordigd met lage pollenwaarden. De meest dominante waterminnende planten zijn Zeggen (*Carex*) en veenmos (*Sphagnum*). De afname in soortenrijkdom van dergelijke planten is waarschijnlijk het gevolg van het dichtgroeien van de waterplas door Veenmos en door de uitbreiding van de Els rond de pingo-ruïne en mogelijk zelfs deels ook in de verlande delen van de pingo-ruïne. De relatief hoge waarden van sporen van veenmos wijzen

overigens op de aanwezigheid van nog steeds voldoende oppervlaktewater (Sundberg, 2002).

De depositie van houtskoolfragmenten neemt in deze subzone weer duidelijk toe en wijst op toenemende bosbranden. In het sediment zijn op een diepte van 105 cm verbrande blaadjes aangetroffen van Dopheide (*Erica tetralix*). De meeste houtskoolfragmenten zijn klein (klasse 3). Het is mogelijk dat hier deels sprake is van natuurlijke branden en branden die door vroege boeren zijn veroorzaakt.



Vegetatiebeeld pollenzone 2B. Het bos bestaat grotendeels uit Els. In een groter deel van het landschap is de bosvegetatie vervangen door grassen. In en rond de pingo-ruïne groeien Veenmos, Eendekroos, grassen en heidesoorten. De activiteiten van de mens zijn af te lezen aan het voorkomen van tarwe, Varkensgras en Smalle weegbree.

5. Conclusies

Uit het midden van pingoruïne TYPI2 is een boorkern beschikbaar voor pollenonderzoek. Deze boorkern heeft een totale lengte van ruim 5 meter. Het pollenonderzoek heeft plaatsgevonden aan het sediment dat aanwezig is op een diepte van 1-2 meter. Op deze diepte bestaat het onderste sediment uit gyttja en het bovenste deel uit een veenafzetting die is afgedekt met een dun zandpakket. De gyttja en het veen bevatten goed geconserveerd organisch materiaal.

Op basis van beschikbare ¹⁴C-dateringen en deze pollenanalyse worden twee pollenzones onderscheiden. De onderste pollenzone vertegenwoordigt het Laat Boreaal en de bovenste pollenzone het Vroeg Atlanticum.

De vegetatie in het Laat Boreaal is gekenmerkt door hoge pollenwaarden voor bomen, waarbij de bossen gedomineerd worden door Den, Berk, Els en Iep. Daarnaast is open vegetatie aanwezig die gedomineerd wordt door grassen en Heideachtigen.

In het Vroeg Atlanticum neemt het aandeel van de bomen in de vegetatie af, hoewel kortdurende regeneratie van het bos wel plaatsvindt. Heideachtigen blijven domineren terwijl het aandeel van de grassen relatief minder wordt.

Het vroeg Atlanticum is in twee subzones verdeeld: in de onderste subzone (2a) wordt het landschap geëxploiteerd door jagers/verzamelaars. Opvallend is het voorkomen van houtskool. Dat wijst op afbranden van de vegetatie. Mogelijk gebeurde dit door de jagers/verzamelaars om zo bosranden te creëren met jonge vegetatie. Uit de literatuur is bekend dat dat aantrekkelijk is voor wild (Kamstra 2017). In de daaropvolgende subzone (2b) vroege boeren hun invloed doen gelden. Akkerbouw wordt aangetoond door een combinatie van pollen van graan (tarwe), secundaire antropogene pollenindicatoren (indicatief voor grondverstoring, zoals ploegen, en betreding) en een toename van houtskoolfragmenten (die gerelateerd kunnen worden aan lokale kap van bos).

6. Literatuur

- Aalbersberg G., 2010.** Plangebied De Centrale As; gemeenten Dantumadeel en Tytsjerksteradiel: Archeologisch vooronderzoek in de deelgebieden 217 en 218 alsmede 9 potentiële pingoruïnes. RAAP-rapport 2093. RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., Weesp.
- Batchelor C.R., Branch N.P., Allison E.A., Austin P.A., Bishop B., Brown A.D., Elias S.A., Green C.P., and Young D.S., 2014.** The timing and causes of the Neolithic elm decline: New evidence from the Lower Thames Valley (London, UK). *Environmental Archaeology* 19:3, 263-290.
- Beug H.J., 2004.** Leitfaden der Pollen bestimmung für Mitteleuropa und Angrenzende Gebiete. Verlag Dr. Friedrich Pfeil Publications, Germany. 542.
- Bottema s., Cappers R., Kloosterman A., 2003/2004.** The pollen signal of early Neolithic farming along a habitation gradient in northern Drenthe, *Palaeohistoria* 45/46, 37-57.
- Clark S.H.E., and Edwards K. J., 2004.** Elm bark beetle in Holocene peat deposits and the northwest European elm decline. *Journal of Quaternary Science* 19: 6, 525-528.
- Ellenberg H., Weber H.E., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulissen D., 1991.** Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot.* 18: 1-248.
- Faegri K., Iversen J., 1989.** Textbook of pollen analysis, 4th edition (by Faegri K, Kaland P.E, Krzwinski K), John Wiley and Sons. Chichester. 328.
- Garbett G.G., 1981.** The elm decline: the depletion of a resource. *The New Phytologist* 88:3, 573-585.
- Grimm, E.C., 2011.** Tilia ver. 1.7.16. Illinois State Museum.
- Kamstra, H.K., 2017.** (In)Capable of modifying the natural environment? On the interpretational biography of Mesolithic fire events. In Raemaekers, D.C.M. (red.), *Landscapes Past Perfect*, 5-12.
- Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E., 1991.** Pollen Analysis, second ed. Blackwell Science Publications: Oxford: 216.
- Munsell A.H., 1975.** Soil Color Charts. Munsell Color, Macbeth: Baltimore. 10 pages nine charts.
- Out, W., 2009.** Sowing the seed? Human impact and plant subsistence in Dutch wetlands during the Late Mesolithic and Early and Middle Neolithic (5500-3400 cal BC), Doctoral thesis, Archaeological Studies of Leiden University (ASLU) 18, Leiden University Press.
- Parker A.G., Goudie A.S., Anderson D.E., Robinson M.A., and Bonsall C., 2002.** A review of the mid-Holocene elm decline in the British Isles. *Progress in Physical Geography* 26: 1, 1-45.

- Patterson, W.A., Edwards, K.J., Maguire, D.J., 1987.** Microscopic charcoal as a fossil indicator of fire. *Quaternary science review* 6 (3): 3-23
- Punt W., et al., 1976-1988.** The Northwest European Pollen Flora I-VIII. Elsevier, Amsterdam vol. 1 (1976); vol. 2(1980); vol. 3 (1981); vol. 4 (1984); vol. 5 (1988).
- Skog G., and Regnéll J., 1995.** Precision Calendar Year Dating of the Elm Decline in a Sphagnum-Peat Bog in Southern Sweden. *Radiocarbon* 37: 2, 197-202.
- Sundberg S., 2002.** Sporophyte production and spore dispersal phenology in Sphagnum: the importance of summer moisture and patch characteristics, *Canadian Journal of Botany* 80: 543-556
- Van Zeist, W., 1995.** Pollen Analytical Investigations in the Northern Netherlands, with special reference to archaeology, *Acta Botanica Neerlandica* 4:1, 1-76.
- Woelders, L., Bos, J.A.A., de Kort, J.W., Hoek, W.Z., 2016.** Early Holocene environmental change and the presence of Mesolithic people in the Tengelroyse Beek vally near Mildert, the Netherlands. *Veget. Hist. Archaeobot* 25: 177-189
- Woldring, H., Schepers, M., Mendelts, J., & Fens, R. 2012.** Camping and foraging in Boreal hazel woodland - The environmental impact of Mesolithic hunter-gatherers near Groningen, the Netherlands. In M. J. L. T. Niekus, R. N. E. Barton, M. Street, & T. Terberger (Eds.), *A mind set on flint*, 381-392. Groningen Archaeological Studies. Groningen: Barkhuis Publishing.